Couverture



4ème édition - Ed. APPROCHE-Paille

CONSTRUIRE EN PAILLE

Mode d'emploi : la technique du GREB

pour la construction neuve et l'isolation par l'extérieur



Vincent Brossamain, Jean-Baptiste Thévard et Aymeric Prigent

4e de Couverture

La technique du GREB, inventée au Québec dans les années 1990 est utilisée comme une des techniques majeures dans la construction en paille partout dans le monde.

Avec des matériaux et des techniques simples elle permet :

- De construire son habitation ou un bâtiment jusqu'à 3 niveaux
- De réaliser une extension y compris dans des endroits difficiles d'accès
- De rénover un bâtiment existant en l'isolant par l'extérieur avec de la paille

Dans cet ouvrage, vous trouverez toutes les indications pour construire bois après bois, botte après botte votre bâtiment.
La 4ème édition de ce livre a été enrichie par les années d'expériences et d'évolutions techniques. Elle est notamment mise à jour sur les aspects d'étanchéité à l'air aux passages d'étage, la mise en œuvre des réseaux, de nouvelles illustrations et surtout la possibilité d'isolation par l'extérieur des bâtiments existants.

Elle a été réécrite dans l'objectif d'être accessible le plus largement possible avec notamment les unités en système métrique et impérial et pour être traduite dans différentes langues.
Il s'agit du cahier 1, présentant la technique de base, simple, fiable et reproductible. Tous les éléments sont manuportables, les outils sont simples et en nombre limité, la réussite est assurée.

Au-delà de ses publications, l'association APPROCHE-Paille aide les autoconstructeurs en les guidant au travers de stages de formation et d'accompagnements personnalisés.

LA SUITE :
Cahier 2 : présentation des évolutions de la technique demandant des outillages ou de la technicité particulière : préfabrication, projection du mortier, résistance mécanique des murs, etc...
16 euros

© Ed. APPROCHE Paille
Dépôt légal : Décembre 2019
ISBN : 978-2-9571094-0-1
N° Editeur : 978-2-9571094
4ème édition : Décembre 2019

LE MOT DES AUTEURS

Vincent Brossamain

La technique du GREB a vu le jour au Québec, elle s'est ensuite développée en France et dans les pays principalement francophones. C'est donc tout naturellement qu'aujourd'hui des versions dans d'autres langues voient le jour pour que cette technique puisse prendre son essor dans le monde entier.

En lisant ce document, vous découvrirez une manière simple et écologique de construire un bâtiment performant pour des logements individuels ou partagés, pour un local accueillant du public, pour une école, un bâtiment agricole ou pour tout autre usage.

Aujourd'hui, en 2019, le bâtiment GREB que j'avais construit en France, en 2002 est toujours aussi performant et agréable à vivre. Les maisons du Québec, construites quelques années auparavant sont une preuve supplémentaire de la résistance et de la qualité de ces constructions dans les conditions les plus extrêmes.

Si comme moi, vous êtes séduits par cette technique, je vous invite à faire le choix d'un habitat efficace et soucieux de l'environnement.

Ainsi, tous ensembles, nous pourrons dire que nous avons fait notre part sur le chemin qui mène vers la nécessaire maitrise des ressources de notre planète.

Bonne lecture

Jean-Baptiste Thévard

15 ans après la sortie de la première version, que de parcours ! Et j'en témoigne en cette fin de décennie, la technique du GREB, n'a jamais une seule fois failli à ses promesses.

Elle reste selon moi, la technique de construction paille la plus pertinente pour construire sur chantier, de A à Z, des bâtiments performants et confortables, écologiques et esthétiques, économes et sobres, solides et durables. Aucune autre technique ne dispose d'un tel tissu d'expériences et ce, partout dans le monde, aucune autre technique n'offre la possibilité de construire des bâtiments de 2 étages avec autant de facilité, aucune autre technique n'offre des

possibilités de finition aussi variés et aucune autre technique ne dispose d'une littérature technique aussi précise et complète. Tout est fait pour que vous réussissiez votre construction en paille.

Je suis particulièrement fier d'avoir fait partie de cette aventure et si le climat et notre planète nous donnent encore un peu de sursis avant de sérieusement se fâcher contre nos comportements destructeurs, j'espère que cet ouvrage donnera encore à de nombreux constructeurs l'idée, la volonté, de mettre la technique du GREB en pratique pour construire leur projet.

Je n'encense pas la technique du GREB parce que j'ai écrit ce livre, mais bien parce que des milliers de personnes que j'ai formés, accompagnés m'en ont fait part et qu'il me parait juste que je vous transmette leur motivation, leur joie et leur énergie, qui celle-là, n'émet pas de gaz à effet de serre lorsqu'on la consomme !

Bonne lecture et bonne technique du GREB à tous !

Avec la contribution de Aymeric Prigent

LE GREB qu'est-ce que c'est ?

Le Groupe de Recherches Ecologiques de La Baie (GREB) est né lors de la création de l'écohameau de La Baie en 1990. Il est situé au confluent du fjord du Saguenay et de la Baie des Ha ! Ha !, à une dizaine de kilomètres du centre-ville de La Baie, un arrondissement de la ville de Saguenay, au Saguenay – Lac-Saint-Jean.

L'association du GREB a fait, durant des années, des recherches concernant les solutions environnementales, économiques et sociales, qu'elles soient locales ou globales. C'était même une préoccupation constante.

Chaque solution sociale, technique ou technologique était expérimentée de façon concrète par ses chercheurs, ce permettait d'en évaluer autant les avantages que les obstacles, une condition essentielle pour déterminer les conditions réelles d'application.

Ces solutions expérimentées quotidiennement touchaient notamment l'énergie, l'aménagement du territoire, l'architecture et l'agro-alimentaire.

La technique de construction en ballots de paille, nommée par les auteurs de cet ouvrage « la technique du GREB », est née de cette intention a été développée par Patrick Déry et Martin Simard au milieu des années 1990.

Une première maisonnette réalisée en 1995 a servi de champ expérimental pour la première maison, celle de Patrick Déry, réalisée avec cette technique en 2000.

De nombreuses habitations de l'Eco-hameau de La Baie ont depuis été réalisées selon cette technique. La technique du GREB a reçu le prix Efficacité énergétique de la Chambre de commerce de La Baie en 2002 et a été finaliste aux Mercuriades 2002 de la Chambre de commerce du Québec dans la même catégorie. Elle est aujourd'hui pratiquée partout dans le monde et donne à l'écohameau de La Baie, une renommée mondiale.

www.greb.ca



L’éco-hameau de la Baie

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION AU MODE D'EMPLOI

La technique du GREB est un système constructif fiable et reproductible avec des matériaux et savoir-faire simples.

Nous avons ainsi choisi le format « guide pratique » ou « mode d'emploi » pour la décrire en choisissant des termes élémentaires et compréhensibles par tous. Nous avons volontairement évité d'utiliser un vocabulaire propre aux professionnels pour le rendre didactique et accessible.

Nous souhaitons que la technique garde sa faculté d'adaptabilité aux différents projets et nous pouvons aujourd'hui dire qu'elle n'a pas encore trouvé ses limites dans le cadre de projets de maisons individuelles.

Toutefois, toute construction dépassant la dimension de la maison individuelle d'architecture simple du type rez-de-chaussée + un étage (R et R + 1) nécessite un soin particulier concernant l'étude technique.
Un cahier d'approfondissement allant de ce sens est proposé en complément de cet ouvrage. Ce guide pratique est un document de référence pour décrire le processus de mise en œuvre.

Nous aborderons : les fondations, l'ossature sous ses différents aspects, le remplissage des murs, quelques aspects techniques fondamentaux (huisserie, électricité, toiture) ainsi que les finitions.

Cas de l'ITE : Nous présenterons à chaque chapitre la déclinaison technique pour **l'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE)** de bâtiments existants.

Le vocabulaire du texte en italique est défini en fin d'ouvrage.
Des astuces ou commentaires sont accompagnés des pictogrammes suivants :


Attention


Information


Idée, astuce

1 ORGANISATION DE CHANTIER

1.1 - Des outils indispensables

Il y a peu d'outils onéreux nécessaires pour construire avec la technique du GREB, mais acheter du matériel de qualité rend le travail moins pénible et le risque de panne ou d'accident moindre.

Pour l'ossature

Un niveau à bulle de 50 cm (24"), une règle de maçon de 4 m (>12'), un fil à plomb, une équerre, des marteaux, une visseuse sur batterie et des embouts performants, une scie à onglets électrique (pendulaire ou radiale), une scie circulaire, un petit perforateur, une scie sauteuse, un cordeau-traceur, une tronçonneuse (électrique ou thermique), des escabeaux, des ceintures de charpentier…

Pour le coulage et l'enduit

12 seaux de récupération de 10 à 15 litres (2 à 4 gal) environ, une poulie, une bétonnière, des massettes ou maillets, des truelles, des taloches, une binette, une aiguille de 50 cm (2') pour reformer des ballots, des agrafeuses, une cisaille à tôle, un échafaudage éventuellement, une pelle à sable, un déversoir à mortier, des plaques de plastique épaisses (5 mm ou 3/16") semblable à celles utilisées pour les panneaux de déclaration de chantier.

Et bien sûr : des gants solides, des casques, des chaussures de sécurité, des masques et des gants étanches pour la chaux, des lunettes, bouchons d'oreille… et tout l'équipement nécessaire pour la sécurité des ouvriers sur le chantier.

Le déversoir à *mortier* est en pente et en entonnoir avec une trappe amovible.

Il réceptionne le *mortier* pour un remplissage facile des seaux et le stocke temporairement pendant la préparation d'une nouvelle bétonnière.

Facile à construire, il vous sera d’une très grande utilité.



Déversoir à mortier

1.2 -
Le choix des matériaux

Le bois

L’ossature légère est réalisée avec une seule section (40mm x 100mm ou 2"x4") de bois brut de sciage pouvant être soumis à des alternances rapides d’humidification et de séchage une fois mis en œuvre.
Exemple en Europe : le Douglas (Pseudostuga menziesii) purgé d’aubier.
« *Attention, si vous êtes concernés par une zone termitée, certaines précautions sont à prendre : barrière physique, traitement des bois, etc. Se renseigner localement.* »



Section de tronc de Douglas avant débit avec l’aubier (blanc) et le duramen (rose)

A la réception de la commande, vérifier la régularité des sections pour faciliter la réalisation de *l'ossature* et ne pas hésiter à refuser une livraison non conforme à la commande. Il peut même être intéressant de faire raboter les bois destinés aux *lisses hautes et basses* pour garantir l'uniformité de leur hauteur lors de la pose. Trier les bois, mettre de côté ceux de mauvaise qualité (gros nœud, bois de bord avec reste d'écorce, trop d'aubier, bois arqués) et les utiliser pour les *contreventements* provisoires ou, en dernier recours, pour la face interne de *l'ossature*.

Pour les volumes de bois, se référer au barème décrit en 1.4.

Le remplissage des murs

Il s'effectue en utilisant cinq matériaux.
De la paille pour l'isolation, de la sciure, du sable, de la chaux et du ciment pour le *mortier*.
Les clous et les *brides* participent à la solidarisation du système constructif.
Les *coffrages* permettront de couler le *mortier*.

La paille

La paille en botte est l'isolant des murs de la maison. Elle participe dans une certaine mesure à la stabilité et à la cohésion du système constructif. En l'état actuel des recherches, il existerait peu de différences entre les différentes variétés de paille de céréales. La meilleure est, selon nous, la plus proche du chantier !

On appelle botte ou ballot de paille, le produit fabriqué par une botteleuse agricole.
Pour façonner la botte, la machine comprime la paille en vrac par couches de 10 cm (4") environ, appelées « galettes ». Une botte est composée de plusieurs galettes qui seront ceinturées par deux ficelles communément en polypropylène ou sisal.

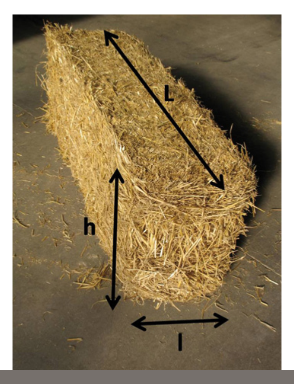
Il faudra exclure les bottes comportant des colorations suspectes (décoloration, zones noircies, …) ou présentant une odeur de moisissure.

Les ballots doivent être :

- sains et secs (même en profondeur).
- leur densité sera comprise entre 80 et 120 kg/m^3 (de 5 à 7,5 lb/ft3). Ils se

déforment peu si on les soulève par les ficelles.

- de largeur homogène. Leur longueur est en général variable (Ce n’est pas un problème dans le cadre de la technique du GREB).
- parallélépipédiques pour limiter les ponts thermiques et leur traitement à la jonction des bottes.
- dépourvus de grains résiduels pour ne pas attirer les rongeurs.



Dimensions d’une botte de paille

Section 36 x 47 cm ou 14’x18,5’, longueur réglable	
80 - 120 kg/m^3	
Conductivité λ_D = 0,048 W/(m·K) *norme EN12667* Résistance thermique : R = 7,5 m^2.K/W Transmission thermique : U = 0,13 W/(m^2.K)	
Entre 12 et 16 heures	
Cp = 1558 J/(kg.K)	
µ = 1,04	
B - s1- d0 *norme EN 13501-1*	
-43 dB *norme EN ISO 140-1*	
-14kg de CO_2/m^2 *norme NF EN 15804+A1*	
A+ *norme ISO 16000*	

Leurs dimensions sont souvent proches de 36 x 46 x 90 cm (14"x18"x3').

Déterminer la largeurdes ballots :

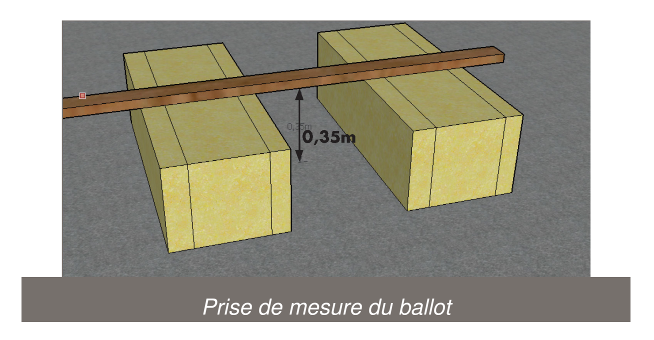
Placer deux bottes sur un sol horizontal. Les recouvrir d’une planche de niveau et mesurer la hauteur entre le sol et la planche. Cela détermine son épaisseur. Renouveler l’opération 2 ou 3 fois pour être sûr. En ajoutant un demi-centimètre à la plus grande largeur, cela déterminera l’écartement entre les *ossatures*. Dans tout cet ouvrage, nous utiliserons les termes suivants pour désigner les dimensions d’une botte de paille :

L pour sa largeur : indispensable pour déterminer l’écartement entre les

2 *ossatures* (son épaisseur).

• h pour la hauteur : nécessaire pour dimensionner la colonne d'appui.

• L pour la longueur : indifférente dans la technique du GREB.



Prise de mesure du ballot

Les vis

Les vis sont destinées à ancrer *l'ossature* sur son support, à solidariser les pièces de bois entre elles (5mmx80mm ou #10 x 3 ½") et à fixer les *brides* à *l'ossature* (5mmx45mm ou #10 x 1¾').
Choisir des vis à bois de qualité avec filetage partiel.
Utiliser des vis >5mm de diamètre (ou >#10) pour *l'ossature* peut entraîner l'éclatement des poteaux. L'usage de clous en place des vis pour *l'ossature* est possible mais ne permet pas un démontage Usage plutôt réservé aux professionnels.

Les clous

Les clous sont indispensables sur toutes les pièces de bois en contact avec le *mortier* pour former un ensemble *ossature-mortier*-paille solidaire.
Les clous galvanisés résisteront mieux à la corrosion dans le *mortier*.
Choisir des clous galvanisés de dimensions proches de 2,7mm x 60 mm (ou 2 ½"). L'utilisation d'un cloueur automatique (à gaz, électrique ou pneumatique) avec écarteur est aussi intéressante dans le cas d'absence de main-d'œuvre extérieure abondante.





Système de mise à distance du cloueur automatique

Les brides

Les brides permettent de solidariser les deux *ossatures* intérieure et extérieure et de maintenir leur écartement constant. La pression exercée lors du *coulage* a tendance à écarter les ossatures.
Elles seront maintenues en place grâce aux brides.

On utilise en général un feuillard métallique perforé de 15 mm à 20 mm (de ½ à ¾") de large vissé sur chaque paire de poteaux en vis-à-vis et à chaque hauteur de bottes.

On peut éventuellement remplacer ce feuillard par un tasseau de bois prépercé et vissé sur les côtés des poteaux de *l'ossature*. Ce n'est dans ce cas plus une *bride* mais un raidisseur.
L'usage de feuillards plastiques ou de ficelles en polypropylène a également été testé. On peut mixer le type de *brides*.
Dans la suite de l'ouvrage, nous utiliserons le feuillard métallique comme *bride* conventionnelle.

! *L'incidence des feuillards métalliques sur les performances thermiques des parois est négligeable. cf cahier des ponts thermiques disponible sur le site internet www.approchepaille.fr*).



Bride en ficelle polyéthylène



Raidisseur en bois

Les ingrédients du mortier

• Caractéristiques du mortier sec :

– Masse volumique : 1100 à 1300 kg/m3 (~75 lb/ft3)
– Résistance à la flexion : 1 MPa
– Isolation thermique :
Conductivité C=0,31 W/(m. K) *norme NF X 10-021*
Résistance thermique (pour 2x4 cm) : R = 0,26 m².K/W
– Perméabilité à la vapeur d'eau : µ=8,6 *norme NF EN ISO 12572*
– Résistance à la compression : 2MPa

• La sciure :

Elle favorise la migration de la vapeur d'eau au travers du *mortier* et participe à la régulation hygrométrique de l'habitation. En séchant, elle formera de petites cavités qui augmenteront les qualités thermiques du *mortier*. Elle a un faible coût économique, limite l'utilisation du sable très énergivore et allège le mortier. La quantité importante de sciure permet de limiter les volumes de sable utilisés. Elle sera issue de bois blanc (sont exclus chêne, châtaignier et bois exotiques) pour éviter les taches de tanin et autres colorations naturelles du bois au travers de l'enduit.

Sa dimension sera de l'ordre de 0 à 5 mm (0 à ¼"). L'usage de plaquettes, copeaux, paille hachée nécessite des essais préalables.



Le mortier vu de près

• Le sable :

Sa granulométrie influe sur la résistance du *mortier*.
Choisir un sable à maçonner lavé de granulométrie régulière 0-4 mm (0-1/4").

• La chaux :

Il en existe deux grandes familles, la chaux aérienne et la chaux hydraulique.
La chaux aérienne appelée aussi éteinte ou hydratée (Chaux Aérienne Eteinte du Bâtiment : CAEB, Calcic Lime : CL ou Dolomitic Lime : DL) fait sa prise avec le CO_2 de l'air (la carbonatation). La prise est lente. Elle durcit avec le temps mais a peu de résistance à la compression. Elle n'est utilisée, en maçonnerie, que dans les enduits pour leur souplesse ou en mélange (*mortier* bâtard ciment, chaux hydraulique, pouzzolane, …). Elle est très perméable à la vapeur d'eau.

La chaux hydraulique (Natural Hydraulic Lime : NHL) fait sa prise avec l'eau. Sa prise est plus rapide. Contenant un liant hydraulique, la résistance à la compression est meilleure. Plus elle est résistante à la compression moins elle est perméable à la vapeur d'eau.

L'utilisation de chaux formulée (HL ou FL) doit être faite en connaissance de cause. Les adjuvants peuvent être divers et il est nécessaire de les maîtriser. Certaines chaux peuvent contenir des liants hydrauliques pouzzolaniques et qui offrent certains avantages pour peu qu'on les maîtrise. Certaines chaux contiennent des entraîneurs d'air ou des plastifiants dont il faut se méfier.
La recette du GREB propose de préférence d'utiliser la chaux aérienne.

• Le ciment :

L'usage du ciment dans la construction écologique est souvent écarté d'emblée.

Il est polluant, énergivore à la fabrication. Utilisé en enduit, il provoque l'étanchéité à la vapeur d'eau des parois. Par contre, sa résistance mécanique est importante et sa vitesse de prise est rapide.
Le mortier GREB profite des points positifs du ciment comme la résistance mécanique pour permettre le contreventement de la structure et la vitesse de prise pour décoffrer rapidement.
Son défaut de perméabilité est contrebalancé par l'utilisation de la sciure et de la chaux aérienne pour améliorer la diffusion de la vapeur d'eau (le µ du mortier GREB est de 8,6 soit équivalent à un enduit à la terre/argile).
On utilisera du ciment Portland à maçonner (type CEM II, 32,5 MPa), facile à trouver et économique.

Le dosage du mortier GREB est donné dans le chapitre « remplissage »



L'usage du ciment prompt (ciment naturel) n'est pas aisé en raison de sa vitesse de prise élevée, il nécessitera des essais préalables.

2
L'OSSATURE

Avis aux lecteurs

Nous emploierons le terme **poteau** pour désigner une pièce de bois verticale, le terme **lisse basse** pour désigner une pièce de bois horizontale placée **à la base** des poteaux et le terme **lisse haute** pour désigner une pièce de bois horizontale placée **au-dessus** des poteaux. Nous utiliserons 40x100 (40mm x 100mm ou 2"x4") pour désigner les pièces de bois utilisées dans l'ossature.

Choix du modèle illustrant cette technique de construction

Pour illustrer notre guide pratique, nous avons utilisé une portion de maison qui regroupe l'essentiel des points techniques rencontrés lors de la construction d'une habitation individuelle. Le but est de s'imprégner de la logique qui vous aidera à concevoir et construire votre projet.

Pour être le plus complet possible nous avons dessiné :

- Plusieurs étages pour comprendre et visualiser le passage d'un étage à l'autre et pour placer une porte et des fenêtres sur le même dessin.
- Un pignon pour comprendre la pose des *panne*s et le coulage du mortier.
- Un angle.
- Une colonne d'appui.

La perspective utilisée permet de visualiser l'intérieur et l'extérieur de l'habitation sur un même schéma.
Tous les schémas sont réalisés avec le logiciel Sketch Up®.

Principe de l'ossature

L'ossature légère en bois est composée de deux parties nommées *ossature* intérieure et *ossature* extérieure correspondant à la face interne et externe du

mur. L'équilibre du mur est ainsi mieux respecté. Elles sont espacées de la largeur d'un ballot de paille (+ 0,5 cm ou ¼" pour faciliter l'insertion des ballots). L'écart entre deux poteaux consécutifs d'une même *ossature* est de 60 cm (ou 2') maximum afin de maintenir le ballot et d'éviter le flambage des *coffrages*.

L'ossature ainsi montée permet de :

- mieux répartir les descentes de charges.
- glisser facilement les ballots sans contrainte de longueur (des poteaux trop serrés empêchent l'insertion de la paille).
- fixer aisément *les coffrages*.
- fixer solidement un bardage sur *l'ossature*.
- limiter les effets de poinsonnement de l'ossature sur les soubassements.
- optimiser l'écartement des poteaux pour réduire les coûts et le temps de travail.



Vérifier régulièrement la verticalité des murs tout au long de la construction, de la lisse basse jusqu'au haut du pignon au fil à plomb. Corriger au fur et à mesure à l'aide du contreventement provisoire.

2.1 – Le départ d'ossature

Ancrage de la lisse basse

Les *lisses basses* déterminent les contours des murs du bâtiment. Elles s'interrompent au niveau des portes. La partie extérieure est en limite de soubassement et la partie intérieure est positionnée en fonction de la largeur des ballots.
La largeur totale du mur délimitée par les *lisses basses* est égale à une largeur de ballot + deux épaisseurs de poteau. Pour faciliter le *coulage* et l'insertion de la paille, un demi-centimètre (¼") peut être ajouté au total.

> *Ex :*
> *pour un ballot de 36 cm (14"), prévoir un écartement des lisses basses de 36cm + (2x4cm) + 0,5cm=44,5cm. [14" + (2x2") + ¼"=18¼"].*

- Poser au sol une rupture de capillarité (**RC**).

- Mettre de niveau puis fixer au sol deux *lisses basses* (**LB 1**) 40x100 posées à plat. Espacer les fixations d'1 m ou 3' en prenant soin d'éviter de les placer sous les futurs poteaux.

- Fixer les *lisses basses* sur les soubassements à l'aide de chevilles plastiques et de vis à bois (6x90mm ou #12x3 ¾"), de chevilles à frapper ou de chevilles-clous (8x100 ou 5/16x4"),0 des goujons d'ancrage (8x100 ou 5/16x4") ou pour vous rassurer, de vis à béton (12x100 ou 1/2 x 4").

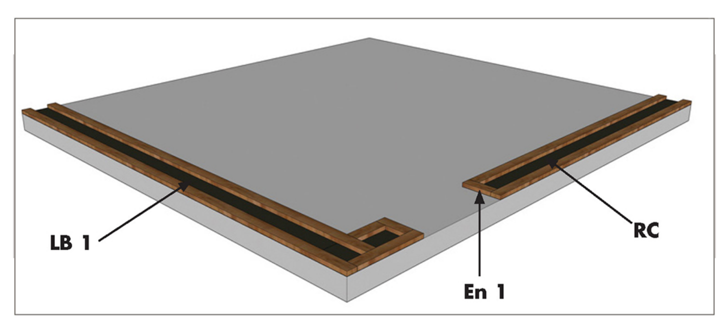
Pour les dalles bois on utilisera des vis à bois de 8x100 mm (5/16x4").
En fonction des conditions climatiques et sismiques, l'ancrage devra être dimensionné spécifiquement.

- A la base des portes, ancrer un retour de *lisse basse*, une *entretoise* en quinconce **(En 1)**. Elle permettra de contenir le *mortier* lors du coulage et de fixer les *coffrages*.



Cas des ébrasements ouverts

Ne pas hésiter à réaliser des ébrasements ouverts vers l'intérieur pour les huisseries, pour faire entrer plus de lumière ou permettre une plus large ouverture d'une porte.
Un ébrasement de 15 cm (1/2 ft) est assez courant.



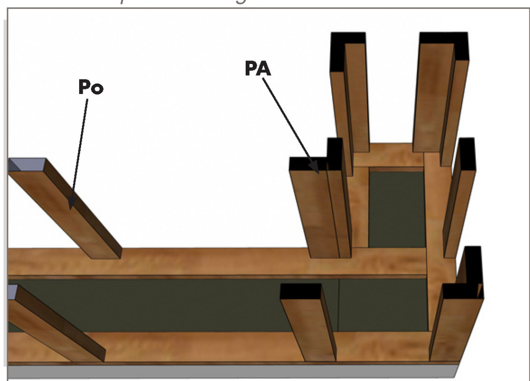
Lisse basse

Pour garantir une garde au sol intérieur fini suffisante, le niveau de la première botte de paille peut être surélevé en fixant préalablement une semelle bois sous la lisse basse.
L'usage d'une semelle (ou lisse) d'implantation pourrait aussi faciliter la rectification d'une mauvaise planéité des soubassements.

Pose des poteaux



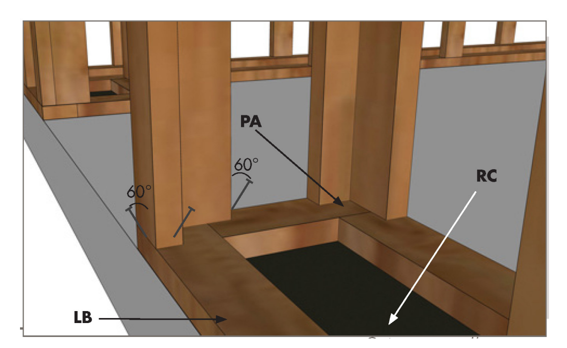
Plan de section poteau d'angle



Les poteaux **(Po)** sont tous des 40x100 (2"X4"). Ceux qui supporteront un effort particulier (arêtes des murs, colonne d'appui, tour de portes) seront assemblés deux à deux en angle droit pour les renforcer. Nous les nommerons poteaux d'angle **(PA)**.
L'assemblage se fera au moyen de 5 vis à bois 5x80 ou #10 x 3 ½"po) réparties sur la hauteur des poteaux.
La longueur des poteaux est égale à la hauteur sous plafond moins 14 cm (6")

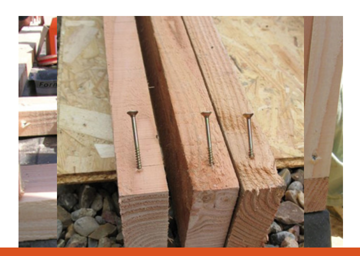
correspondant à la hauteur des la lisses haute et basse. Dans le cas d'une pose des solives sur muralière, ajouter l'épaisseur des solives. (voir 2.5) Attention à aussi prendre en compte une éventuelle chape et l'épaisseur de la finition de sol intérieur.

- Placer chronologiquement les poteaux d'angle, faire l'aplomb et contreventer (Voir *Contreventement* provisoire), puis les poteaux des ouvertures et enfin les poteaux intermédiaires.
- Solidariser avec 3 vis (angle (60°) les poteaux d'angle sur les *lisses basses* en s'assurant du quinconçage des pièces de bois.



Quinconçage d'une porte

Le quinconçage des bois dans l'ossature apporte une meilleure stabilité en améliorant la liaison entre les différents éléments composant l'ossature (lisse basse/poteaux, poteaux/lisse haute, …)



Pré-visser de biais les vis à chaque extrémité des poteaux afin de faciliter la fixation dans les lisses basses et hautes.